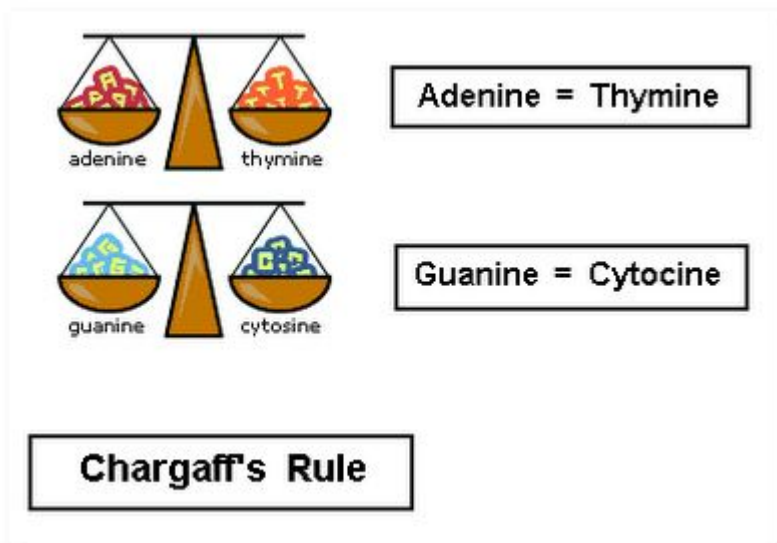


Структура ДНК

1950

Правила Чаргаффа



Эрвин Чаргафф

СТРУКТУРА НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Вторичная структура нуклеиновых кислот

Правила Чаргаффа

- 1) количество пуриновых оснований равно количеству пиримидиновых оснований;
- 2) количество аденина равно количеству тимина;
количество гуанина равно количеству цитозина;
- 3) количество оснований, содержащих аминогруппу в положениях 4 пиримидинового и 6 пуринового ядер, равно количеству оснований, содержащих в этих же положениях оксогруппу. Это означает, что сумма аденина и цитозина равна сумме гуанина и тимина.

Правила Чаргаффа



=



=



Purines

=

Pyrimidines

$$[A] + [Г] = [T] + [Ц] = 50\%$$

Объяснение правилам Чаргаффа дали Уотсон и Крик

ДНК – это 2 цепочки, соединенные по
принципу

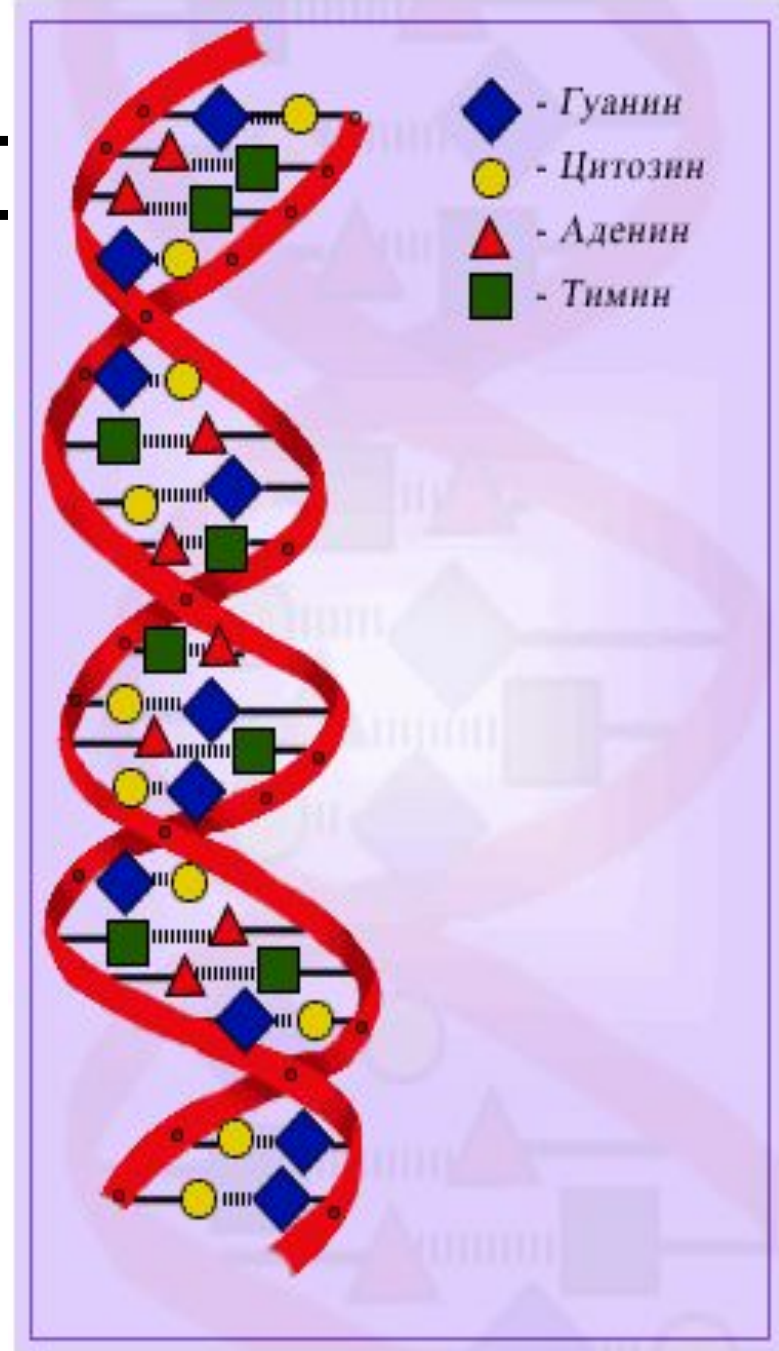
комплементарности

Модель Д

- 1953 г. – создание модели ДНК



Дж. Уотсон и Ф. Крик



Модель строения ДНК

Основываясь на этой закономерности, и данных рентгеноструктурных анализов, **Дж. Уотсон** и **Ф. Крик** в 1953 г. предложили модель строения вторичной структуры ДНК в виде двух правозакрученных спиральных полинуклеотидных цепей, переплетенных друг с другом и противоположно направленных. Эта структура двойной спирали стабилизирована межцепочечными водородными связями между специфическими парами азотистых оснований, которые направлены от сахарофосфатного остова каждой цепи внутрь спирали перпендикулярно ее оси.

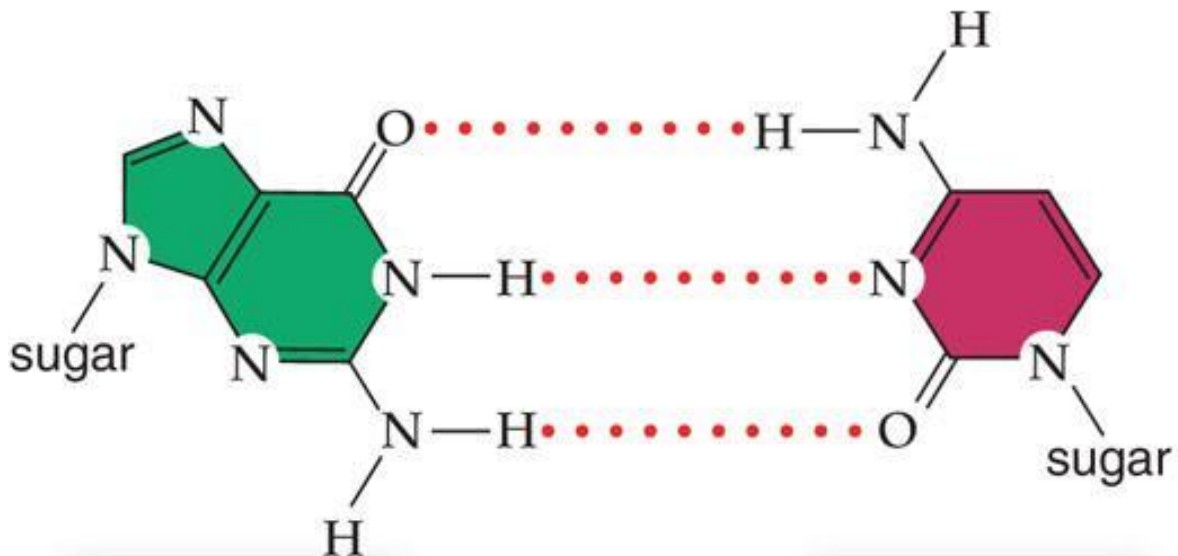
**Принцип
комплементар-
ности:**

A --- **T**

G --- **C**

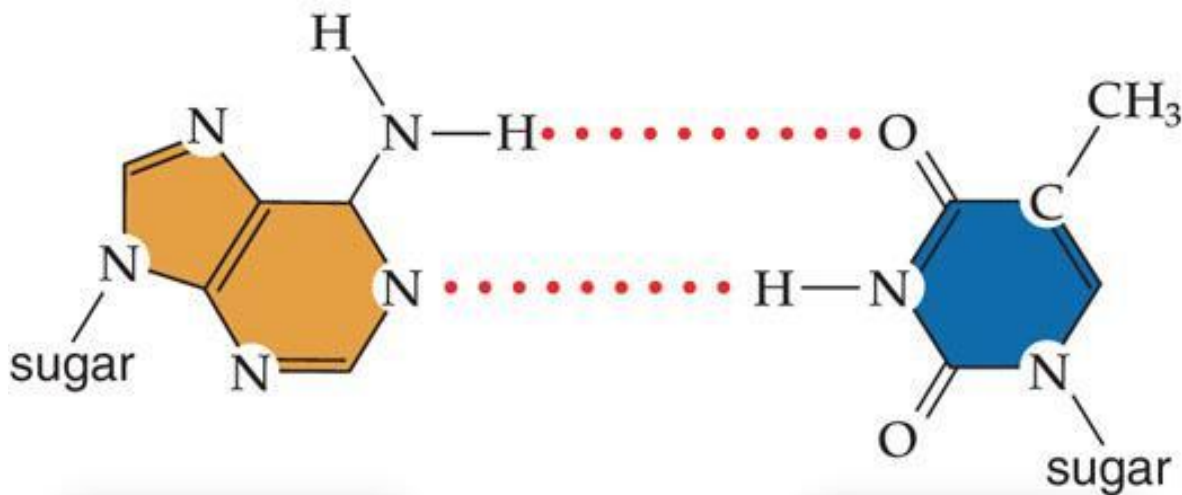
Прочнее

**Слабые
водородные
связи!**



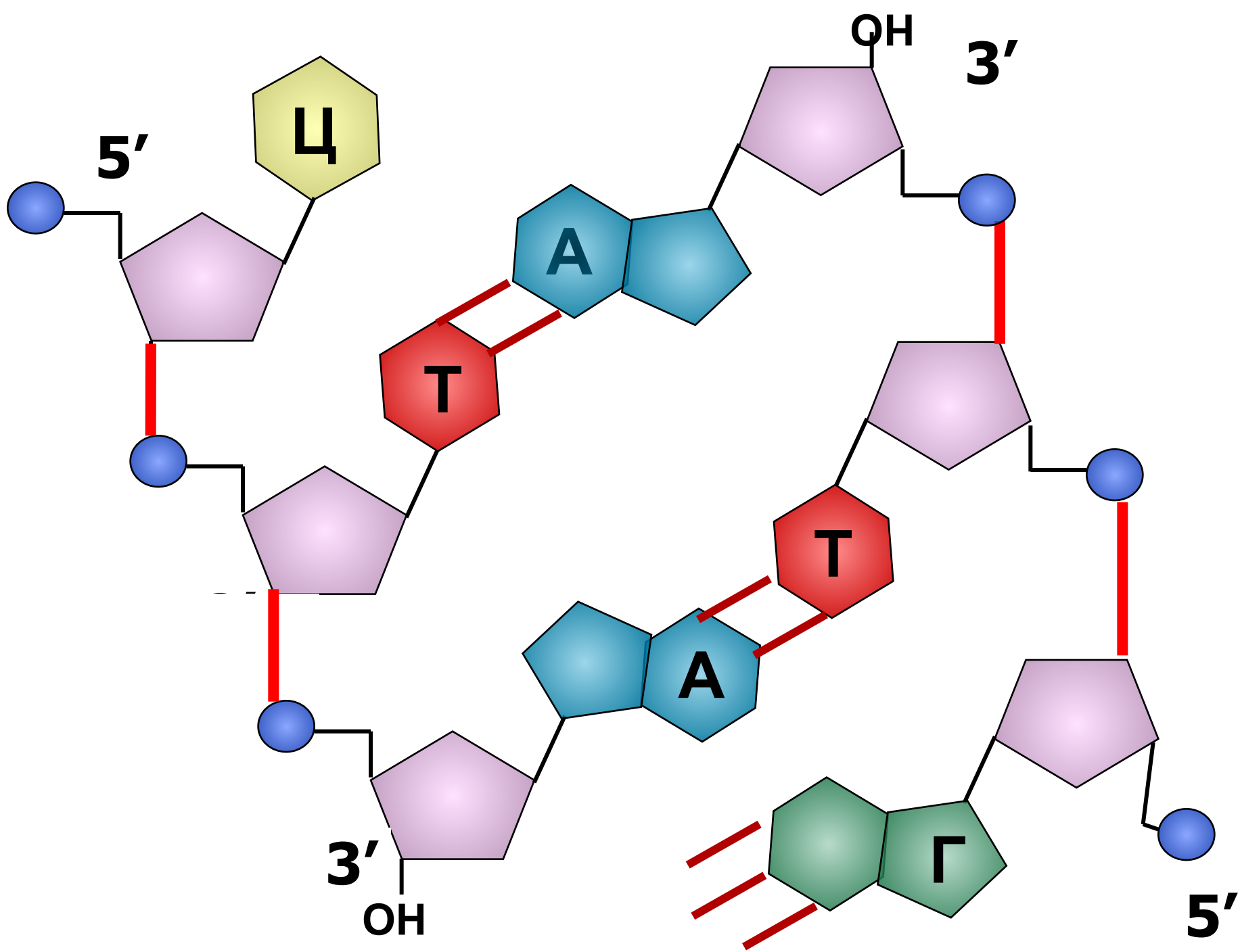
guanine (G)

cytosine (C)



adenine (A)

thymine (T)



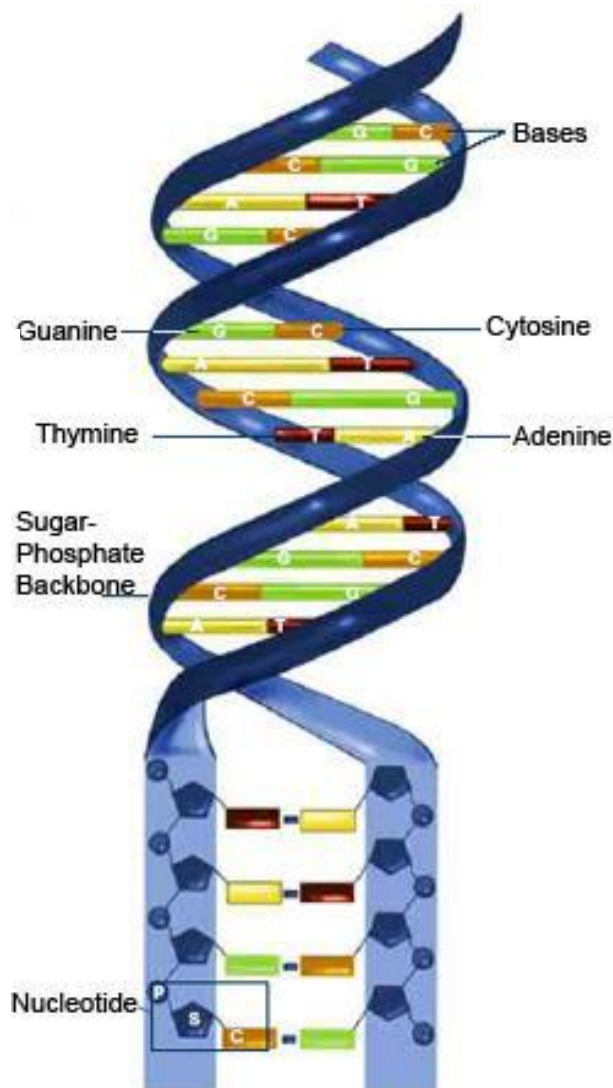
1 ВИТОК —
10 н.п.

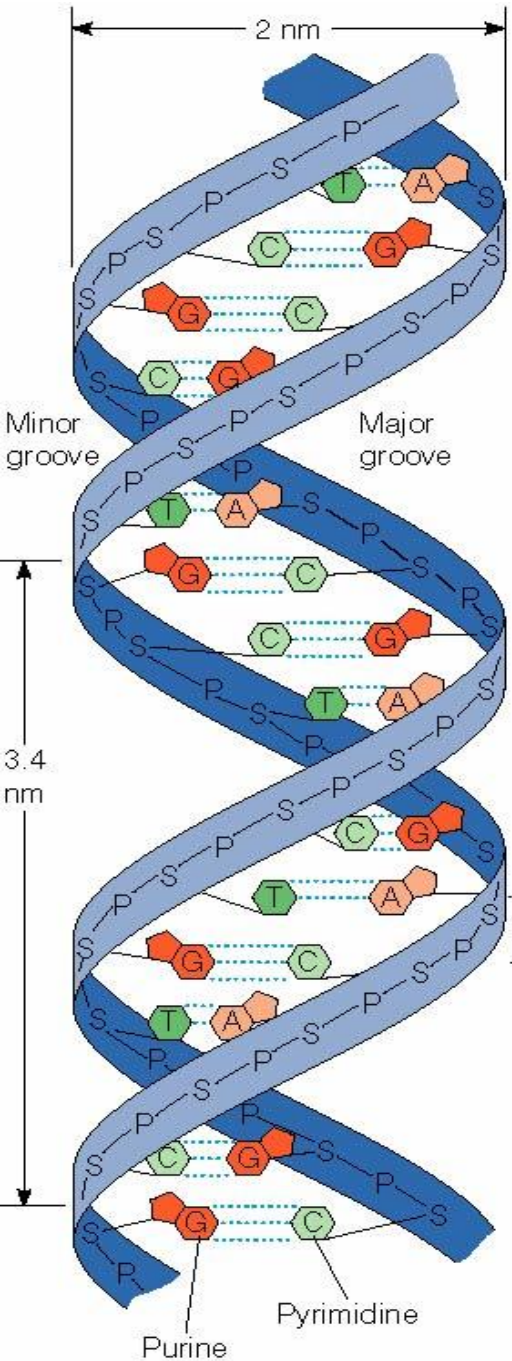


На одну н.п.
приходится
0.34 нм

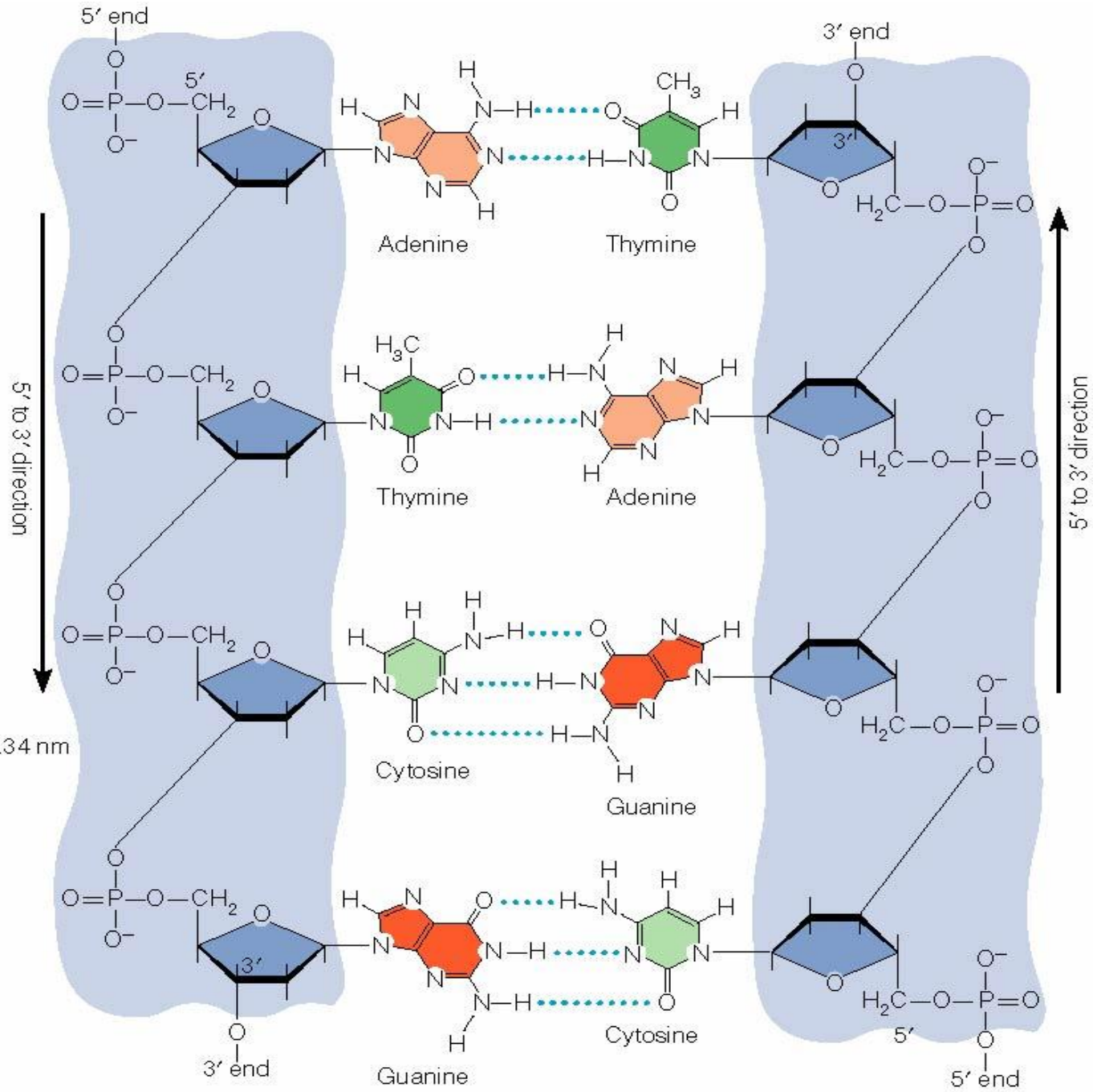
3.4 нм

← 2 нм →





(a) Double helix



(b) Antiparallel orientation of strands

Принципы строения ДНК



Комплементарность

- **Комплементарность** - пространственная взаимодополняемость молекул или их частей, приводящая к образованию водородных связей.
- Комплементарные структуры подходят друг к другу как «ключ с замком»

$$(A+T)+(G+C)=100\%$$

Полиморфизм ДНК-многообразие форм двойной спирали, которая обладает значительными конформационными возможностями. При различных экспериментальных условиях были обнаружены разнообразные формы двойных спиралей

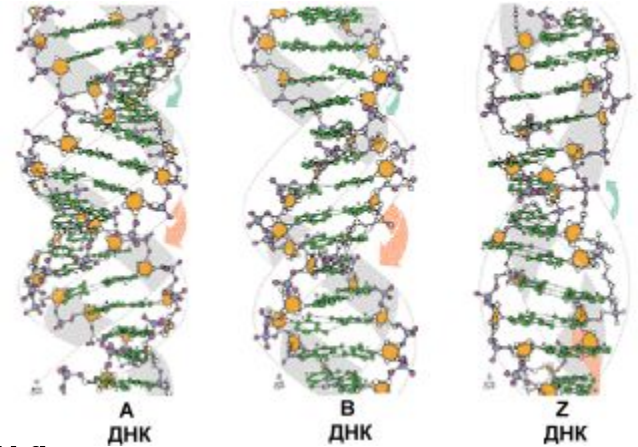
- **А-ДНК** - правозакрученная двойная спираль (конформация сахарных остатков С3'-эндо)

- **В-ДНК** - правозакрученная двойная спираль (конформация сахарных остатков С2'-эндо).

Наиболее стабильная в физиологических условиях структура. Возможность перехода

А-В форм

Z-ДНК — левозакрученную двойную спираль, точные её функции к настоящему моменту не определены



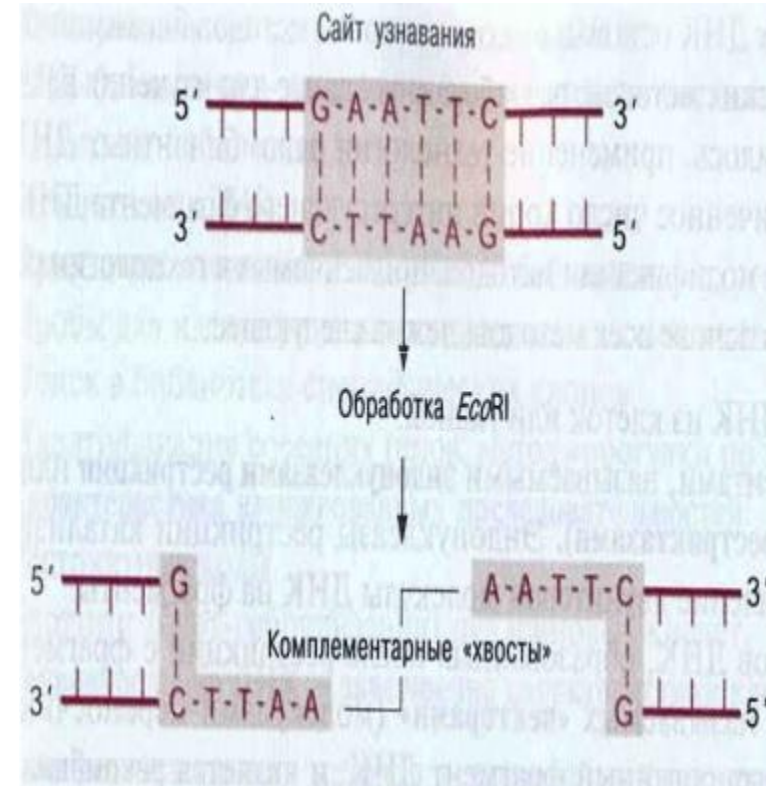
Характеристики спирали:

- число пар оснований на виток, межплоскостными расстояниями между основаниями в стопках, межфосфорными расстояниями и др.
- При этом, А- и В- формы, а также С-, D-, образуют семейство правовинтовых спиралей. Тогда как Z- форма - это левая двойная спираль.

- А-ДНК: На каждом витке имеется 11 пар оснований. По сравнению с [В-формой](#) ДНК, имеет более компактную форму, нуклеотидная цепь наклонена вдоль продольной оси молекулы. Преобладает в концентрированных растворах с высокой ионной силой либо в сухой ДНК. Биологическая роль - А-форма ДНК необходима в тех процессах, где образуются ДНК-РНК комплексы, так как РНК может принимать только А-форму спирали из-за ОН-группы. Также А-форма устойчивее к УФ-излучению, и поэтому споры грибов содержат именно такую форму.

Палиндромные последовательности ДНК

- Симметрично и одинаково читающаяся последовательность ДНК на обеих цепях в тех же направлениях - состоят из комплементарных инвертированных повторов
- У человека 3-6% всей У человека 3-6% всей геномной ДНК приходится на повторяющиеся последовательности длиной 300 п. н.
- Палиндромные последовательности служат сайтами узнавания для многих белков (метилтрансфераз, эндонуклеаз)



Третичная структура ДНК

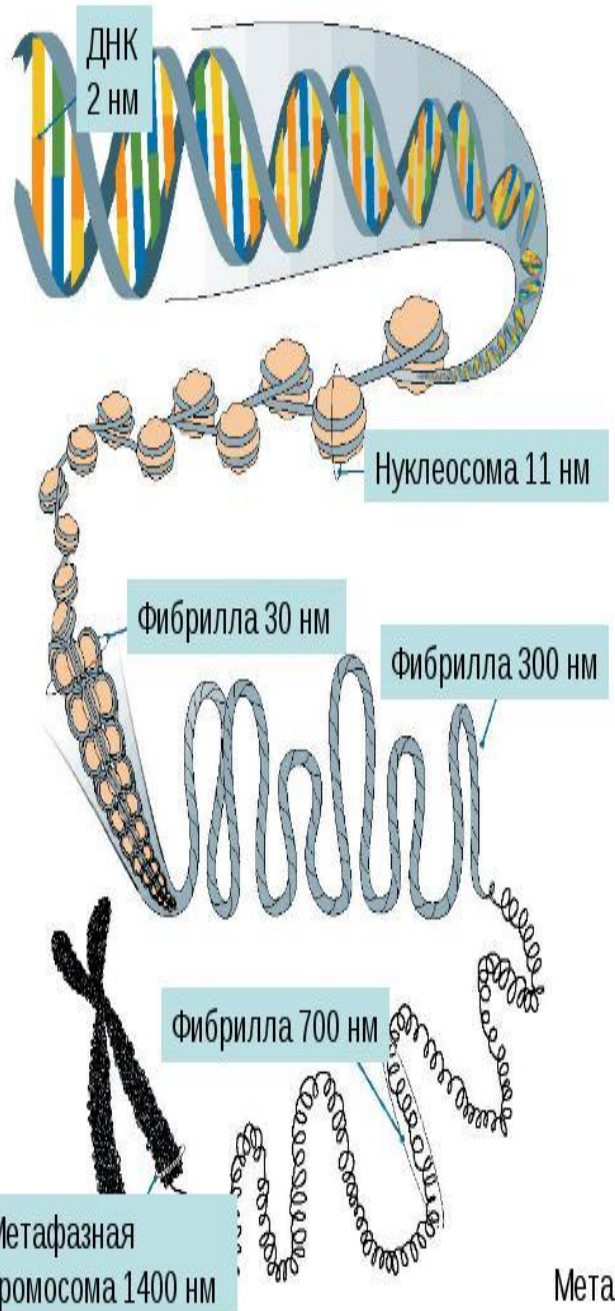
Происходит общее пространственное расположение молекулы ДНК. Благодаря третичной структуре происходит «плотная» упаковка молекулы ДНК в клетках прокариот и хромосомах ядра эукариот.

Вещество хромосом называется **хроматином** и он содержит: ДНК, белки и некоторое количество РНК.

Белки, входящие в состав белков: **гистоны**. Различают 5 видов гистонов, отличающиеся содержанием лизина и аргинина. В результате образуются **нуклеосомы** (размеры молекулы ДНК уменьшаются в 20-50 раз). В состав нуклеосомы входит 145-150 нуклеотидов. Происходит скручивание нуклеосом, в результате образуется структура – **соленоид (катушка)** (размеры уменьшаются в 20-60 раз). Соленоиды образуют **фибриллярные структуры** (размеры уменьшаются в 200 раз). За счет которых образуются впоследствии **хромосомы**.

В результате всей упаковки молекула ДНК уменьшается в 100 000 раз.





а
к
т
и
в
н
а
я

н
е
а
к
т
и
в
н
а
я

ДНК – 2 нм

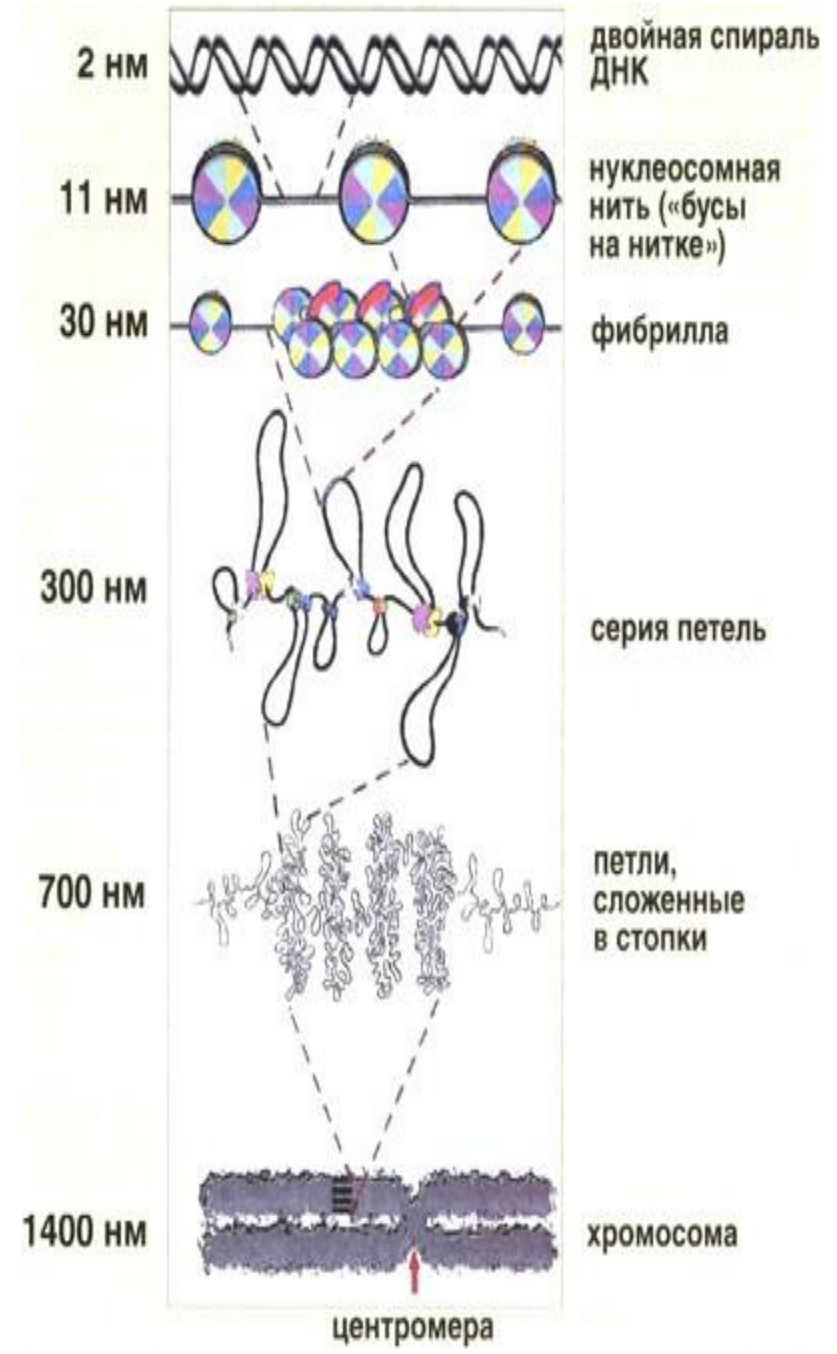
Нуклеосома – 11 нм

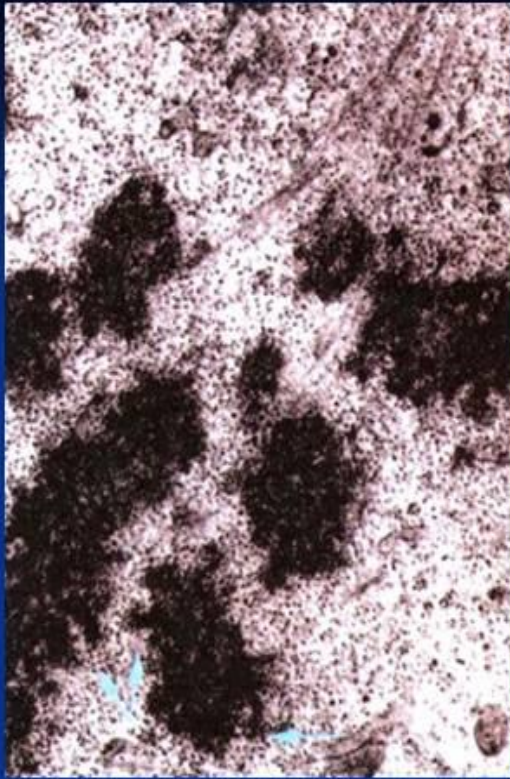
Фибрилла 30 нм

«соленоид» - 300 нм

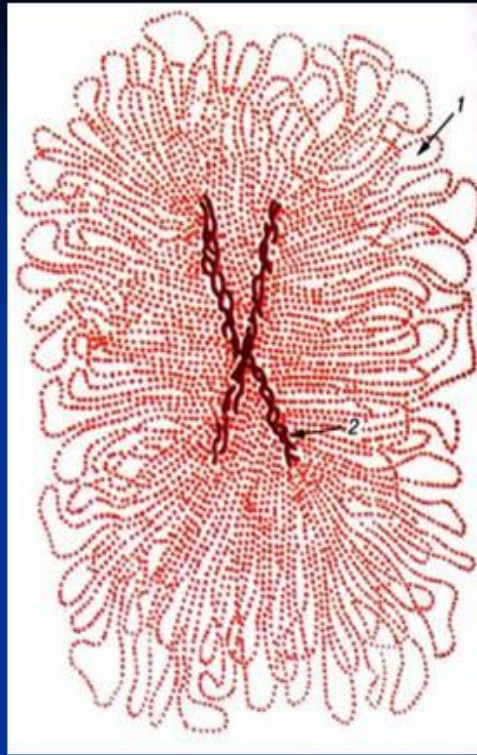
Нить – 700 нм

Метафазная хромосома – 1400 нм





Глыбки хроматина в интерфазном ядре



1. Нить ДНК в виде хроматина. 2. Она же в виде хромосомы при делении клетки

Хроматин

- Это дезоксирибонуклеопротеин, выявляемый в световом микроскопе в виде глыбок и гранул. Это деспирализованные хромосомы интерфазного ядра. В процессе митоза хроматин путём спирализации образует хорошо видимые хромосомы.

Топоизомеразы контролируют в клетках уровень суперскрученности ДНК, который может изменяться в процессе ее репликации, транскрипции, гомологичной рекомбинации, а также во время перестроек хроматина. Все эти ферменты релаксируют суперскрученные молекулы ДНК, снимая их внутреннее напряжение путем внесения одно- или двухцепочечных разрывов с последующим их восстановлением (лигированием).